

Рис. 2. Влияние температуры на: а – вязкость, б – плотность

### Список литературы

1. Meyers R. A. *Handbook of petroleum refining processes (edition 3)* / R. A. Meyers. – New York: McGraw-Hill, 2003.
2. Ivanchina E. D., Ivashkina E. N., Dolganova I. O., Chuzlov V. A, Kopycheva U. N., Ivancin N. R. *Predictive Modeling of the Kinetics of Deactivation of Liquid-Phase Alkylation of Hydrocarbons Processes. Petroleum and Coal*, 2021. – 63 (2). – 447–454.

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА РАЗДЕЛЕНИЯ НЕФТЯНОЙ ЭМУЛЬСИИ

А. Котельников

Научный руководитель – к.т.н, доцент ОХИ И. М. Долганов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
634050, Россия, г. Томск, проспект Ленина, дом 30, aak220@tpu.ru

Распределение капель воды в эмульсии «вода в нефти» по диаметру оказывает большое влияние на полученные результаты расчетов при математическом моделировании процесса отстаивания (обезвоживания) нефти в отстойных аппаратах.

Для описания изучаемого процесса возможно воспользоваться нормальным и логнормальным распределением. Функции для расчета представленных распределений записываются ниже:

$$\text{нормальное: } C_i = \frac{1}{x\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(d_i - d_{cp})^2}{2x^2}} \quad (1)$$

где  $d_{cp}$  – средний диаметр капли;  $x$  – параметр распределения;  $C_i$  – концентрация  $i$ -го компонента;  $d_i$  – диаметр капли  $i$ -го компонента.

$$\text{логнормальное: } C_i = \frac{1}{xd_i\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{\ln^2(d_i - d_{cp})}{2x^2}} \quad (2)$$

Воспользовавшись распределением, возможно рассчитать зависимость концентрации капель различного диаметра. Диаметры капель варьируются от минимального ( $\approx 10$  мкм) до максимального диаметра, который возможно рассчитать по следующей формуле [2]:

$$D_{max} = 6,45 d_{II} \frac{Re^{0,6}}{We^{1,4}} \quad (3)$$

где  $d_{II}$  – диаметр входящего патрубка, м;  $Re$  – безразмерный критерий Рейнольдса;  $We$  – безразмерный критерий Вебера.

Критерии подобия являются основой для расчета максимального размера капель. Критерии Рейнольдса и Вебера в данной модели служат основой при варьировании параметров исходной нефти.

Для расчета времени осаждения необходимо определить зависимость между диаметром капли и скоростью стесненного осаждения. Скорость стесненного осаждения может быть рассчитана для капли определенного диаметра по формуле ниже:

$$W_i = \frac{(\rho_B - \rho_H)gd_i^2}{18\mu_{ЭМ}} (1 - W)^{4,75} \quad (4)$$

где  $\rho_B$  – плотность воды, кг/м<sup>3</sup>;  $\rho_H$  – плотность нефти, кг/м<sup>3</sup>;  $\mu_{ЭМ}$  – вязкость эмульсии, Па·с;  $d_i$  – диаметр  $i$ -й капли, м;  $W$  – объемная доля воды.

Время осаждения капель при варьировании значения диаметра капель может быть выражено следующим соотношением:

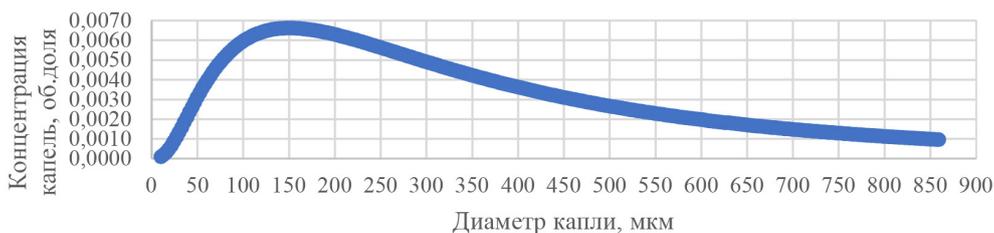


Рис. 1. График зависимости концентраций капель от их диаметра

$$\tau_{di} = \frac{S}{W_i} \quad (5)$$

Время пребывания эмульсии в аппарате определяется по формуле:

$$t_o = \frac{LS_h}{Q} \quad (6)$$

где  $L$  – длина аппарата, м;  $S_h$  – площадь поперечного сечения, м<sup>2</sup>;  $Q$  – объемный расход эмульсии, м<sup>3</sup>/с.

При сравнении времени пребывания эмульсии в аппарате и времени осаждения капель возможно определить концентрацию и количество капель, которые не успели осесть по длине аппарата.

Таким образом, обводненность на выходе из отстойного оборудования рассчитывается по формуле:

$$W_{ост} = C_{н.к.} W \quad (7)$$

где  $W$  – объемная доля воды в нефти;  $C_{н.к.}$  – концентрация оставшихся капель, которые не успели осесть в аппарате.

### Список литературы

1. Ушева Н. В., Кравцов А. В., Мойзес О. Е., Кузьменко Е. А. Моделирование технологии промышленной подготовки нефти // Известия Томского политехнического университета, 2005. – Т. 308. – № 4. – С. 127–130.
2. Ким С. Ф., Ушева Н. В., Самборская М. А., Мойзес О. Е., Кузьменко Е. А. Модульный принцип построения математических моделей аппаратов и технологических схем промышленной подготовки нефти // Нефтепереработка и нефтехимия, 2013. – № 10. – С. 41–44.